

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-270540

(43)Date of publication of application : 14.10.1997

(51)Int.Cl.

H01L 41/083  
H01L 41/22

(21)Application number : 08-104184

(71)Applicant : CHICHEBU ONODA CEMENT CORP

(22)Date of filing : 29.03.1996

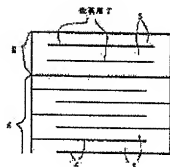
(72)Inventor : KATOU TOMOYOSHI

## (54) LAMINATED PIEZOELECTRIC ACTUATOR ELEMENT AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To avoid the crack and distortion of a sintered block by alternately laminating electrostrictive materials and metal layers not connected to outer electrodes to form protective layers on the upper and lower faces of a piezoelectric layer.

SOLUTION: Electrostrictive materials 5 and metal layers 7 not connected to outer electrodes are alternately laminated to form protective layers 2 on the upper and lower faces of a piezoelectric layer 6. The metal layers 7 are made of the same conductive paste as that of inner electrodes 4 and hence the shrinkage ratio of the protective layers 2 at baking agrees with that of the piezoelectric layer 6. As the result, the stress due to the shrinkage ratio difference near the boundary of the protective layer 2 and piezoelectric layer 6 of the sintered block after baking never occurs and hence neither crack nor distortion occurs in the sintered block. Thus it is possible to greatly reduce the failure ratio of elements at baking and obtain a laminated piezoelectric actuator having a high reliability and neither break nor crack.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-270540

(43) 公開日 平成9年(1997)10月14日

| (51) IntCl. <sup>5</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I                    | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|--------|------------------------|--------|
| H 0 1 L 41/083<br>41/22  |      |        | H 0 1 L 41/08<br>41/22 | S<br>Z |

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-104194  
(22) 出願日 平成8年(1996)3月29日

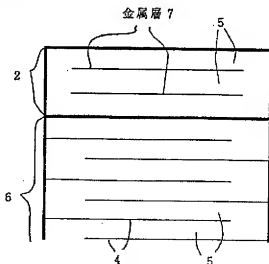
(71) 出願人 000000240  
株式会社小野田株式会社  
東京都港区西新橋二丁目14番1号  
(72) 発明者 加藤 友好  
千葉県佐倉市大作二丁目4番2号 株式会社  
小野田株式会社中央研究所内

(54) 【発明の名称】 積層型圧電アクチュエータ素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 積層型圧電アクチュエータ素子の焼成時の保護層部分と圧電層部分の収縮率を一致させ、焼結体にクラック、歪みが発生せず焼成時の不良率を大幅に低減させることを目的とする。

【解決手段】 電歪材料と内部電極とが交互に積層され、前記内部電極が一層おきに一對の外部電極と接続された圧電層と、該圧電層の上下に保護層を有する積層型圧電アクチュエータ素子において、前記保護層が電歪材料と外部電極に接続されない金属層とを交互に積層して成ることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電室材料と内部電極とが交互に積層され、前記内部電極が1層おきに一對の外部電極と接続された圧電層と、該圧電層の上下に保護層を有する積層型圧電アクチュエータ素子において、前記保護層が電室材料と外部電極に接続されない金属層とを交互に積層して成ることを特徴とする積層型圧電アクチュエータ素子。

【請求項2】 前記金属層が内部電極と同一の物質から形成されることを特徴とする請求項1記載の積層型アクチュエータ。

【請求項3】 電室材料と内部電極とが交互に積層され、前記内部電極が1層おきに一對の外部電極と接続された圧電層と、該圧電層の上下に保護層を有する積層型圧電アクチュエータ素子の製造方法において、グリーンシートに内部電極を印刷する工程及びグリーンシートに金属層を印刷する工程と、内部電極を印刷したグリーンシートを積層して圧電層となる積層体を形成する工程及び金属層を印刷したグリーンシートを積層して保護層となる積層体を形成する工程と、圧電層となる積層体の上下に保護層となる積層体を重ねて圧着する工程と、圧着された積層体を焼成する工程とを備えたことを特徴とする積層型圧電アクチュエータ素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、積層型圧電アクチュエータ素子及びその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】積層型圧電アクチュエータ素子は、電室材料と内部電極とが交互に積層された積層体の両側面が外部電極が内部電極と一層おきに接続された圧電層と、該圧電層の上下には内部電極が積層されない電室材料のみが積層されて形成された保護層を有している。内部電極構造は内部電極が交互に積層体の一方の側面に露出して外部電極と接続されるいわゆる交互電極型と、内部電極が積層体の両側面に露出するように形成され、一層おきに絶縁材料で被覆されて外部電極と接続されるいわゆる全電極型がある。どちらも外部電極は銀などの導電性ペーストを焼き付けて形成している。

【0003】このような積層型圧電アクチュエータ素子を一体で焼成した場合、電室効果を示す材料と内部電極が交互に積層されている圧電層と、内部電極が積層されず電室材料だけで形成されている保護層とでは焼成時の収縮率が異なり、一般に内部電極として銀などの導電性ペーストが印刷されている圧電層は、導電性ペーストが印刷されていない保護層に比べて焼成時の収縮が大きく、焼結体の圧電層と保護層の境界部にクラックなどの不良が発生する。また、クラックが発生しなくとも焼

結体に歪みが生じ保護層と圧電層の界面では大きな応力が発生し、素子を駆動させた際、破壊の原因となる。この問題を解決するため特開昭63-288074号公報には、保護層のグリーンシートを構成する圧電材料の粉体に銀成分を添加した混合粉体によりグリーンシートを作り、このグリーンシートで保護層を形成する積層型圧電素子が示されている。しかしながら、この積層型圧電素子では保護層と圧電層の収縮率を完全に合致させるのは困難であり、また銀の添加量が多いと電気的な絶縁性が低下するという問題がある。さらにこの方法では2種類のグリーンシートを作る必要が生じ、工程が煩雑となる。

## 【0004】

【発明が解決しようする課題】この発明は、このような事情に鑑みなされたもので、焼成時における保護層と圧電層の収縮率を一致させ、クラックの発生及び焼結体の歪を無くし、素子の不良率を低減させることを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、この発明によれば、電室効果を示す材料と内部電極とが交互に積層され、前記内部電極が一層おきに一對の外部電極と接続された圧電層と、該圧電層の上下に保護層を有する積層型圧電アクチュエータ素子において、前記保護層が電室材料と外部電極に接続されない金属層とを交互に積層して成る積層型圧電アクチュエータ素子が提供される。

【0006】また本発明は、前記金属層が内部電極と同一の物質から形成される積層型圧電アクチュエータを含む。

【0007】また本発明は、電室材料と内部電極とが交互に積層され、前記内部電極が1層おきに一對の外部電極と接続された圧電層と、該圧電層の上下に保護層を有する積層型圧電アクチュエータ素子の製造方法において、グリーンシートに内部電極を印刷する工程及びグリーンシートに金属層を印刷する工程と、内部電極を印刷したグリーンシートを積層して圧電層となる積層体を形成する工程及び金属層を印刷したグリーンシートを積層して保護層となる積層体を形成する工程と、圧電層となる積層体の上下に、保護層となる積層体を重ねて圧着する工程と、圧着された積層体を焼成する工程を備えた積層型圧電アクチュエータ素子の製造方法が提供される。

## 【0008】

【作用】保護層を電室材料と外部電極に接続されない金属層とを交互に積層したものとすることにより、焼成時における保護層の収縮率が、電室材料と内部電極とを交互に積層した圧電層の収縮率に一致し、このため、焼成後の焼結体において、保護層と圧電層の境界付近に収縮率の差による応力が発生せず、焼結体にクラックや歪みが発生しない。

【0010】

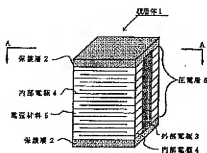
【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に基いて説明する。

【0011】図1は本発明の積層型圧電アクチュエータ素子の斜視図、図2はその一部を拡大した断面図である。これらの図において積層体1は、圧電層6とこの圧電層6の上下に設けられた保護層2から成る。圧電層6は電圧材料5と内部電極4とを交互に積層したもので、該内部電極4が一層おきき一方及び他方の側面に露出して一方の外部電極3と接続されている。前記圧電層6の上下の保護層2は、電圧材料5と金属層7とを交互に積層したもので、金属層7は側面に露出しない。またこの金属層7は内部電極4と同一の導電性ペーストにより形成され、保護層2の収縮率を内部電極4の印刷された圧電層6と一致させている。尚、金属層7のパターン形状は素子表面に露出しなければ基本的に自由であるが、内部電極と面積が近いほうがより好ましい。

【0012】図3は本発明の製造方法を示す図である。例えば、電圧材料5として、チタン酸ジルコン酸鉛の微粉末に市販のアクリル系バインダー、分散剤、消泡剤、および溶剤として水を加え、アトライター等の混合機で分散後、真空脱泡して得たスラリーをドクターブレード法により厚みが100 $\mu$ mのグリーンシートを形成する。

【0013】得られたグリーンシートに圧電層6用には内部電極4としてA<sub>g</sub>/Pdペーストをスクリーン印刷する。保護層2用には上記と同じグリーンシート上に金属層7として内部電極4と同一のA<sub>g</sub>/Pdペーストを印刷する。この金属層7は、外部電極3に接続されないように、素子表面に露出しないパターンで、かつ内部電極4とほぼ同じ面積のパターンで印刷する。尚、パターンの形状は自由であり、素子表面に露出しなければどのようなパターンでもよい。積層の構成は図3のようにした。例えば金属層7を印刷したグリーンシート20枚が保護層2となり、次に内部電極4を印刷したグリーンシート100枚が圧電層6となり、次に再び金属層7を印

【図1】



\* 刷したグリーンシート20枚が保護層2となる。これらのグリーンシートの積層体を図3のように積層した後、圧着して圧着体を得る。

【0014】圧着体を脱脂、焼成を行うが、保護層2に内部電極4と同一のA<sub>g</sub>/Pdペーストの金属層7が印刷され、圧電層6と同様に、電圧材料5と金属層7が交互に積層されていることにより保護層2の焼成時の収縮が圧電層6と一致し、歪の無い焼結体を得られる。この焼結体を所定の形状に切断し、外部電極3を積層体1の左右側面にA<sub>g</sub>等の導電ペーストで形成して積層型圧電アクチュエータ素子が得られる。尚、電極構造は、前述した交互電極型、全面電極型のいずれであっても良い。

【0015】

【発明の効果】この発明によれば、保護層が圧電層と同じように、金属層と電圧材料とを交互に積層した構造であるため、焼成時の収縮が保護層と圧電層とで一致する。このため一体焼成された焼結体にクラック、歪みが生じること無く、焼成時の不良率を大幅に低減することができ、素子の割れや亀裂などのない信頼性の高い積層型圧電アクチュエータ素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の積層型圧電アクチュエータ素子の概略斜視図である。

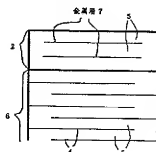
【図2】本発明の積層型圧電アクチュエータ素子の一部を拡大した断面図である。

【図3】本発明の積層型圧電アクチュエータ素子の製造方法を示す概略図である。

【符号の説明】

- 1 積層体
- 2 保護層
- 3 外部電極
- 4 内部電極
- 5 電圧材料
- 6 圧電層
- 7 金属層

【図2】



【図3】

